

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

? t s2/9/all

2/9/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04770986

MUTUAL DIAGNOSTIC METHOD FOR SENSOR

PUB. NO.: 07-063586 [JP 7063586 A]  
PUBLISHED: March 10, 1995 (19950310)  
INVENTOR(s): HAYAZAKI AKIO  
APPLICANT(s): MEIDENSHA CORP [000610] (A Japanese Company or Corporation),  
JP (Japan)  
APPL. NO.: 05-144455 [JP 93144455]  
FILED: June 16, 1993 (19930616)  
INTL CLASS: [6] G01F-001/00; E03B-001/00; G05B-023/02; G08B-031/00;  
G06F-009/44  
JAPIO CLASS: 46.1 (INSTRUMENTATION -- Measurement); 22.3 (MACHINERY --  
Control & Regulation); 28.1 (SANITATION -- Sanitary  
Equipment); 44.9 (COMMUNICATION -- Other); 45.1 (INFORMATION  
PROCESSING -- Arithmetic Sequence Units)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To detect abnormality in an early stage by computing deviation or the degree of abnormality from the integrated quantity or variation per unit time and the integrated quantity or variation of the output of plural other related sensors excluding a concerned sensor, and making a fuzzy inference.

CONSTITUTION: The inflow water quantity to a distributing reservoir 1 is detected by an inflow meter 2 and inputted to an inflow integrating part 5 so as to compute the integrated quantity  $\Delta F(\text{sub } 1)$  of inflow water per unit time. The water level of the distributing reservoir 1 is detected by a distributing reservoir level gage 3 and inputted to a water level variation computing part 6 so as to compute the water level variation  $\Delta L$  per unit time. The outflow water quantity from the distributing reservoir 1 is further detected by an outflow meter 4 and outputted to an outflow integrating part 7 so as to compute the integrated quantity  $\Delta F(\text{sub } 2)$  of outflow water per unit time. The inflow  $\Delta F(\text{sub } 1)$ , variation  $\Delta L$ , outflow  $\Delta F(\text{sub } 2)$  and the cross-sectional area of the distributing reservoir 1 are inputted to a water level-flow deviation computing part 8 so as to compute the water level deviation quantity HL, and inflow and outflow deviation quantity HF(sub 1), HF(sub 2) respectively. The inflow and outflow  $\Delta F(\text{sub } 1)$ ,  $\Delta F(\text{sub } 2)$  are inputted to a reserved quantity computing part 9 so as to compute the reserved quantity  $\Delta F(\text{sub } 0)$ .

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

P D H  
特開平7-63586

(43) 公開日 平成7年(1995)3月10日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 F 1/00		H		
E 0 3 B 1/00		A		
G 0 5 B 23/02	3 0 2	T 7618-3H		
G 0 8 B 31/00		A 7323-5G		
// G 0 6 F 9/44		9292-5B		

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-144455

(22) 出願日 平成5年(1993)6月16日

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 早崎 昭男

東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

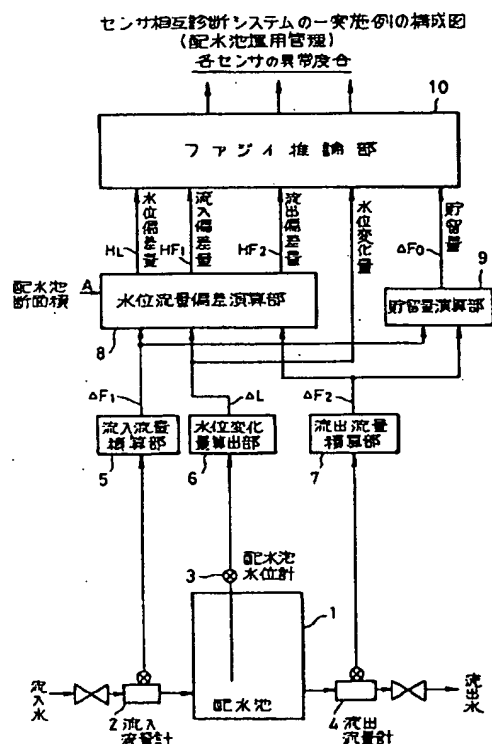
(74) 代理人 弁理士 志賀 富士弥 (外1名)

(54) 【発明の名称】 センサ相互診断方法

(57) 【要約】

【目的】 プラントやプロセスの監視・制御などに使用される複数のセンサの異常を検出するセンサ診断方法において、統一信号範囲内におけるセンサ異常の早期発見、複数センサの異常の同時検出、操作員の判断負担の軽減を図ることを目的とする。

【構成】 各センサ出力の単位時間当たりの積算量あるいは変化量を、それぞれ当該センサ以外で当該センサ出力と関連ある他の複数センサの出力の積算量あるいは変化量から推定し算出した各偏差量を現象項目としてファジィ推論により各センサの異常度を検出してセンサの相互診断を行う。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラントあるいはプロセスの監視・制御などに使用される複数のセンサの異常を検出するセンサの診断方法において、

センサ出力の単位時間当たりの積算量あるいは変化量および各センサ出力の積算量あるいは変化量をそれぞれ当該センサ以外で当該センサ出力に関連する他の複数のセンサの出力の積算量あるいは変化量から算出する各偏差量を現象項目とし各センサの異常度合を原因項目としてファジィ推論を行い各センサの異常を検出することを特徴としたセンサ相互診断方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラントやプロセスの監視制御などに使用される複数のセンサの異常をセンサ間関連情報に基づくファジィ推論により早期に発見するセンサ相互診断方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、上水道システムにおいて、取水から排水に至るまで各種のプロセスがあり、それに対応した施設がある。配水池もその一つであり、上水道の量的な運用にとっては重要な施設であり、その運用管理は配水池水位、配水池への流入流量、配水池よりの流出流量に基づいて行われている。

【0003】 このため、これらの情報を検出するセンサは、運転管理上重要であり、その異常は早期に発見すると共に直ちに必要な処置を行う必要がある。

【0004】 一般的に、センサの異常は、センサ出力が統一信号範囲（例えばDC4～20mA）を逸脱しているか否かのレベルチェックによる単一的な判定を行っている程度であり、それ以上の判断は操作員が関連する複数のセンサの情報を総合的に判断して行う必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従って、次のような課題がある。

【0006】 (1) センサの統一信号範囲の逸脱は、センサが異常になる最終段階のレベルのチェックであり、早期の異常発見による予防保全的な維持管理ができない。

\* をそれぞれ次式

$$\text{水位偏差量 } H_L = |\Delta L - (\Delta F_1 - \Delta F_2) / A| \cdots \cdots (1)$$

$$\text{流入偏差量 } H_{F1} = |\Delta F_1 - (\Delta L \cdot A + \Delta F_2)| \cdots \cdots (2)$$

$$\text{流出偏差量 } H_{F2} = |\Delta F_2 - (\Delta F_1 - \Delta F_2)| \cdots \cdots (3)$$

より算出する。9は貯留量演算部であり、積算流入量 $\Delta F_1$ と積算流出量 $\Delta F_2$ を入力し

$$\text{貯留量 } \Delta F_0 = |\Delta F_1 - \Delta F_2| \cdots \cdots (4)$$

を算出する。

【0013】 10はファジィ推論部であり、前記水位偏差量 $H_L$ 、流入偏差量 $H_{F1}$ 、流出偏差量 $H_{F2}$ 、貯留量 $\Delta F_0$ および水位変化量 $\Delta L$ を入力し、第1表のルールマトリックスおよび図2のメンバーシップ関数に基づ

2

\* 【0007】 (2) センサ自身の単一情報のみで判定しているため、統一信号範囲内における異常は原理的に検出できない。

【0008】 (3) 関連する複数のセンサ情報を活用する相互診断的な方式でないため、操作員がプロセスの状況やセンサ間の有機的な関係等を総合的に判断しながらセンサ異常の判定を行うこととなり、操作員の負担を増大させる結果になる。

【0009】 本発明は、以上の課題にかんがみ込まれたものであり、統一信号範囲内におけるセンサ異常の早期検出、複数センサの異常の同時検出、操作員の判断負担の軽減を図ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段と作用】 プラントやプロセスの監視・制御に使用される複数のセンサの異常を検出するセンサの診断方法において、センサ出力の単位時間当たりの積算量あるいは変化量および各センサ出力の積算量あるいは変化量をそれぞれ当該センサ以外で当該センサ出力に関連する他の複数のセンサの出力の積算量あるいは変化量から推定し算出する各偏差量を現象項目とし各センサの異常度合を原因項目としてファジィ推論を行い複数センサの異常を検出する。

【0011】

【実施例】 次に、本発明の一実施例を図1のセンサ相互診断システムの構成図、図2のメンバーシップ関数、表1のルールマトリックスに基づいて説明する。

【0012】 1は配水池、2は流入流量計、3は配水池水位計、4は流出流量計である。5は流入流量積算部であり、流入流量計2の出力を単位時間当たりで積算し積算流量 $\Delta F_1$ を出力する。6は水位変化量算出部であり、配水池1の単位時間（60分程度）当たりの水位変化量 $\Delta L$ を算出する。7は流出流量積算部であり、流出流量計4の出力を単位時間当たりで積算し積算流量 $\Delta F_2$ を出力する。8は水位・流量偏差演算部であり、前記積算流入量 $\Delta F_1$ 、水位変化量 $\Delta L$ 、積算流出量 $\Delta F_2$ および排水池断面積 $A$ を入力し流入・流出の積算流量と配水池水位の変化量よりそれぞれのセンサの実測値とそれ以外の他のセンサ情報からの予想値との偏差量の絶対値

※き、前記入入力項目を現象項目としてファジィ推論を行い、流入流量計異常度合 $FM_1$ 、水位計異常度合 $LM$ 、流出流量計異常度合 $FM_2$ を原因項目として出力する。

【0014】 次に、このシステムの動作を説明する。配水池1への流入水量を流入流量計2で検出し、流入流量積算部5へ入力して流入水の単位時間当たりの積算量 $\Delta F_1$ を算出する。また、配水池1の水位を配水池水位計3により検出し、水位変化量算出部6へ入力して単位時

※50

3

間当たりの水位の変化量 $\Delta L$ を算出する。更に、配水池1よりの流出水量を流出流量計4で検出し、流出流量積算部7へ入力して流出水の単位時間当たりの積算量 $\Delta F_2$ を算出する。

【0015】前記の積算流入量 $\Delta F_1$ 、水位変化量 $\Delta L$ 、積算流出量 $\Delta F_2$ および配水池断面積 $A$ を水位・流量偏差演算部8へ入力し、水位偏差量 $H_L$ 、流入偏差量 $H F_1$ および流出偏差量 $H F_2$ を夫々(1)式、(2)式、(3)式にて算出する。同時に、前記積算流入量 $\Delta F_1$ および積算流出量 $\Delta F_2$ を貯留量演算部9へ入力し、貯留量 $\Delta F_0$ を(4)式にて算出する。

【0016】上記の各式においては、水位計3、流量計2、4などの各センサに誤差が存在せず、真の水位、流量が検出されている場合には、水位偏差量 $H_L$ 、流入偏差量 $H F_1$ 、流出偏差量 $H F_2$ の値は0の筈である。 \*

### ルールマトリックス

現 象 項 目					原 因 項 目		
$H_L$	$H F_1$	$H F_2$	$\Delta F_0$	$\Delta L$	$F M_1$	$L M$	$F M_2$
B			S			B	
	B			S	B		
		B		S			B
S	S	S			S	S	S
M	M						M
	M	M				M	
M		M			M		
			B	B		S	

【0021】

IF  $H_L=B$  and  $\Delta F_0=S$  THEN  $L M=B$   
 IF  $H F_1=B$  and  $\Delta L=S$  THEN  $F M_1=B$   
 IF  $H F_2=B$  and  $\Delta L=S$  THEN  $F M_2=B$   
 IF  $H_L=S$  and  $H F_1=S$  and  $H F_2=S$  THEN  $F M_1=S$  and  $L M=S$  and  $F M_2=S$   
 IF  $H_L=M$  and  $H F_1=M$  THEN  $F M_2=M$   
 IF  $H_L=M$  and  $H F_2=M$  THEN  $L M=M$   
 IF  $H_L=M$  and  $H F_2=M$  THEN  $F M_1=M$   
 IF  $\Delta F_0=B$  and  $\Delta L=B$  THEN  $L M=S$

その推論結果によって、流入流量計の異常度合 $F M_1$ 、水位計の異常度合 $L M$ 、流出流量計の異常度合 $F M_2$ を把握し、予防保全を行う。

【0022】

【発明の効果】本発明は、複数のセンサにより監視・制御されるシステムにおいて、各センサ出力の積算量あるいは変化量を、当該センサ以外の他のセンサの積算量あるいは変化量より推定しその偏差に基づきファジィ推論※50

4

\*【0017】しかしながら、夫々のセンサに若干でも異常や誤差が存在すれば水位偏差量 $H_L$ 、流入誤差量 $H F_1$ 、流出偏差量 $H F_2$ が発生する。

【0018】前記の水位偏差量 $H_L$ 、流入偏差量 $H F_1$ 、流出偏差量 $H F_2$ 、貯留量 $\Delta F_0$ および水位変化量 $\Delta L$ をファジィ推論部10へ入力する。

【0019】ファジィ推論部10では、前記水位偏差量 $H_L$ 、流入偏差量 $H F_1$ 、流出偏差量 $H F_2$ 、貯留量 $\Delta F_0$ 、水位変化量 $\Delta L$ を現象項目とし、流入流量計異常度合 $F M_1$ 、水位計異常度合 $L M$ 、流出流量計異常度合 $F M_2$ を原因項目とし、図2の各項目に応じたメンバーシップ関数と表1のルールマトリックスに基づく以下に示す制御ルールに従ってファジィ推論を行う。

【0020】

【表1】

※を行いセンサの異常度合を診断するという、関連した複数センサ情報による相互診断的な異常検出方法であるため

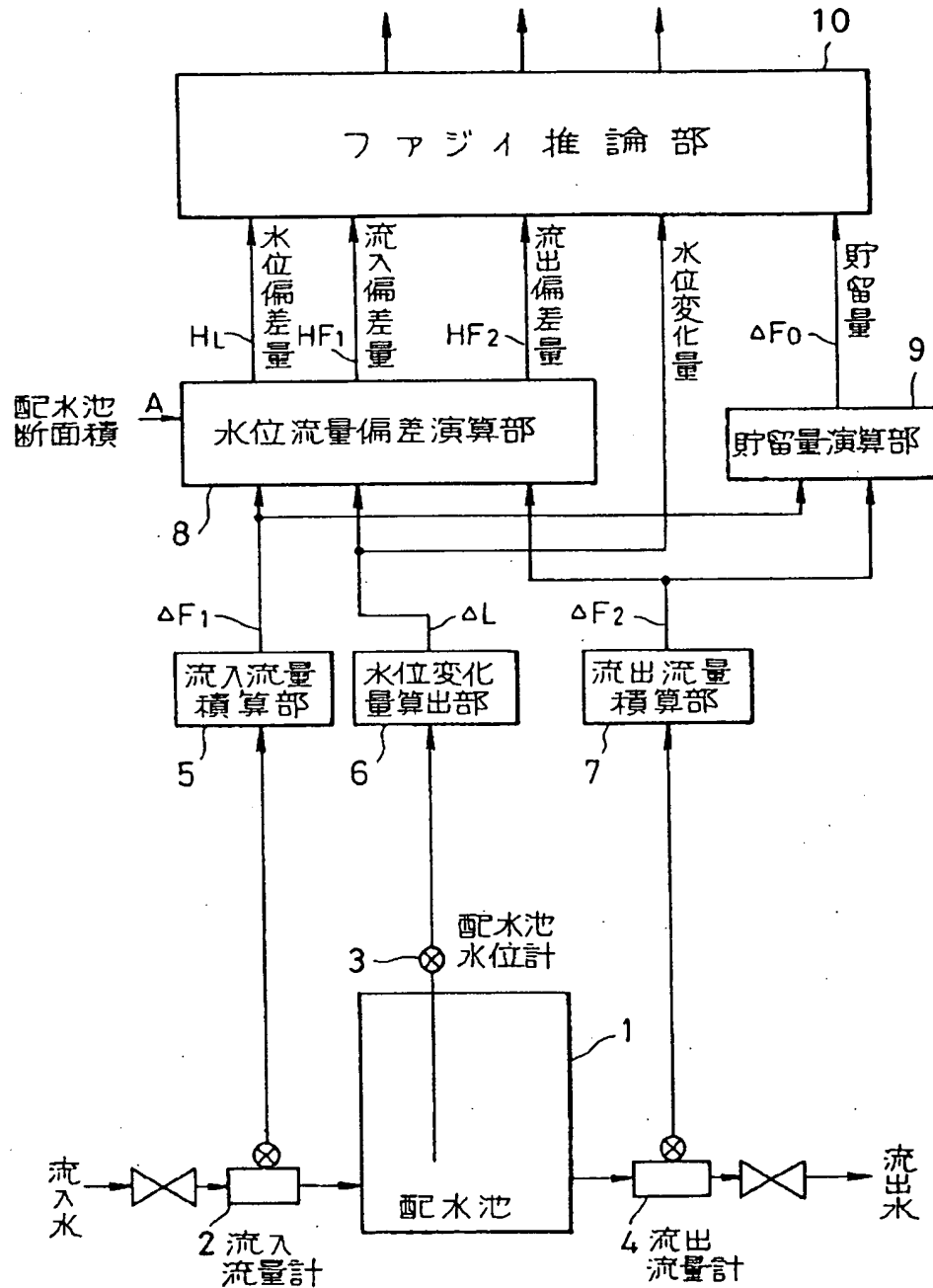
(1) 統一信号範囲内における早期のセンサ異常発見が可能となり、センサの予防保全的な維持管理が容易となる。

【0023】(2) 関連ある全てのセンサの異常検出が同時に可能である。

【図1】

センサ相互診断システムの一実施例の構成図  
(配水池運用管理)

各センサの異常度合



【0024】(3) センサ間の有機的な関係にある程度考慮した異常検出方法であり、運転管理を行う操作員の判定を支援することで、その負担を軽減する。

【0025】(4) ファジィ推論を使用するため、柔軟なアルゴリズムの構成が可能であり、ルールの変更や修正が容易である。

【0026】などの優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】センサ相互診断システムの一実施例の構成図。

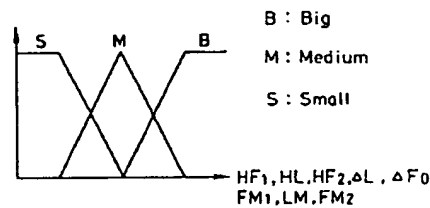
【図2】メンバーシップ関数

【符号の説明】

- 1 : 配水池
- 2 : 流入流量計
- 3 : 配水池水位計
- 4 : 流出流量計
- 5 : 流入流量積算部
- 6 : 水位変化量算出部
- 7 : 流出流量積算部
- 8 : 水位・流量偏差演算部
- 9 : 貯留量演算部
- 10 : ファジィ推論部

【図2】

メンバーシップ関数



- HF1 : 流入偏差量
- HL : 水位偏差量
- HF2 : 流出偏差量
- ΔL : 水位変化量
- ΔF0 : 貯留量
- FM1 : 流入流量計異常
- LM : 水位計異常
- FM2 : 流出流量計異常